



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 45 013 A 1**

⑤ Int. Cl.⁸:
B 60 T 8/60
B 60 R 18/02
B 60 K 28/18

⑳ Aktenzeichen: 195 45 013.2
㉑ Anmeldetag: 2. 12. 95
㉒ Offenlegungstag: 5. 6. 97

DE 195 45 013 A 1

⑦ Anmelder:
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

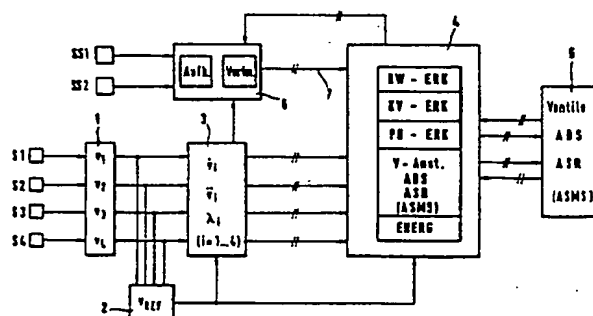
⑧ Erfinder:
Lohberg, Peter, 61381 Friedrichsdorf, DE; Ehmer,
Norbert, 65760 Eschborn, DE

⑨ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 40 442 A1
DE 42 29 487 A1
DE 41 38 603 A1
DE 41 33 238 A1
DE 38 38 680 A1
DE 37 09 981 A1
DE 36 24 755 A1

⑤ Verfahren und Schaltungsanordnung zur Verbesserung des Regelverhaltens eines Kraftfahrzeug-Regelungssystems

⑤ Bei einem Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens eines Kraftfahrzeug-Regelungssystems, wie ABS, ASR, ASMS etc., werden mit Hilfe zusätzlicher Schwingungssensoren (SS1, SS2) bei der Fahrbewegung des Kraftfahrzeugs entstehende Geräusch- bzw. Schwingungsspektren aufgenommen, analysiert und zur Gewinnung von Informationen über die Fahrbahnbeschaffenheit oder Fahrsituation ausgewertet.



DE 195 45 013 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens eines Kraftfahrzeug-Regelungssystems, insbesondere eines Antiblockiersystems (ABS), einer Antriebsschlupfregelung (ASR), eines Fahrstabilitätsregelungssystems (FSR, ASMS), einer Fahrwerksregelung oder dergleichen, bei dem das Drehverhalten der Fahrzeugräder gemessen und aus den Meßwerten Eingangsgrößen oder Eingangsinformationen für die Regelung gewonnen werden. Schal-

tungsanordnungen zur Durchführung des Verfahrens gehören ebenfalls zur Erfindung.
Bei Fahrzeugen der mittleren und höheren Preisklasse gehören heutzutage Antiblockiersysteme (ABS) zu den Standardausrüstungen. Antriebsschlupfregelungen (ASR) werden in zunehmendem Maße gewünscht. Fahrstabilitätsregelungssysteme (FSR, ASMS) gewinnen ebenfalls an Bedeutung. Bei kleineren und preiswerteren Fahrzeugen wird die Akzeptanz solcher Regelungssysteme weitgehend von dem Preis der Anlage bestimmt.

Die wichtigsten Eingangsinformationen für solche KFZ-Regelungssysteme werden mit Radsensoren, die das Drehverhalten der einzelnen Räder ermitteln, gewonnen. Dies gilt uneingeschränkt für ein ABS und ein ASR; bei den Fahrstabilitätsregelungssystemen (ASMS) werden zusätzlich noch weitere Informationen und damit weitere Sensoren benötigt.

Für solche Regelungssysteme ist grundsätzlich die direkte oder indirekte Ermittlung der momentanen Fahrbahnbeschaffenheit von entscheidender Bedeutung. In den meisten Fällen kann das Regelungssystem aus dem Raddrehverhalten der einzelnen Räder, Vergleich der Meßwerte und des Änderungsverhaltens etc. die Fahrbahnbeschaffenheit recht genau ermitteln. Es gibt jedoch Fahrbahnen, Fahrsituationen und Regelungsvorgänge, in denen die Auswertung der Radsensorsignale zu ungenügenden, mehrdeutigen oder gar irrigen Informationen führt. Solche Schwierigkeiten treten z. B. bei geländegängigen Fahrzeugen auf, wenn sich diese auf bestimmtem Fahruntergrund befinden, beispielsweise auf Schotterstraßen, Waldboden, Feldwegen, auf Sand oder auf Neuschnee. Je nach Beschaffenheit der Fahrbahn ergeben sich andere Zusammenhänge zwischen der Fahrbahnfraktion bzw. dem Kraftschluß zwischen Reifen und Fahrbahn und dem Schlupf, so daß z. B. für eine Blockierschutzregelung unterschiedliche Regelungs-Strategien bzw. Regelungs-Schemata zum Erreichen eines wirkungsvollen oder annähernd optimalen Bremsvorganges erforderlich sind. So kann beispielsweise bei abschüssiger Fahrbahn, wenn sich Sand oder Schnee auf der Fahrbahn befinden, ein größerer Schlupf oder gar ein zeitweises Blockieren eines Rades zur Erzielung eines kurzen Bremsweges günstig sein; in dieser Situation wird durch Aufschieben eines Sand- oder Schneekeils die Bremswirkung unterstützt. Auf hartem Untergrund gelten völlig andersartige Strategien; auch das zeitweise Blockieren eines Rades muß vermieden werden. Das Erkennen der jeweiligen Situation als Voraussetzung zur Anpassung der Regelungsstrategie an die momentane Situation bereitet jedoch Schwierigkeiten.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, das Regelverhalten eines Kraftfahrzeug-Regelungssystems in kritischen Situationen, in denen die aus dem Drehverhalten der Räder abgeleiteten Informationen nicht genügen oder mehrdeutig sind, entscheidend zu verbes-

sern.

Es hat sich herausgestellt, daß diese Aufgabe mit dem im Anspruch 1 beschriebenen Verfahren gelöst werden kann. Das Besondere dieses Verfahrens besteht darin, daß bei der Fahrbewegung des Kraftfahrzeugs entstehende Geräusch- bzw. Schwingungsspektren mit Hilfe eines oder mehrerer Schwingungssensoren, wie Körperschallaufnehmer, Schallsensoren oder dergleichen, aufgenommen, analysiert und zur Gewinnung von Informationen über die Fahrbahnbeschaffenheit und/oder über die momentane Fahrsituation ausgewertet werden. Die Regelung wird dann durch das Regelungssystem der "erkannten" Fahrbahnbeschaffenheit und Fahrsituation angepaßt.

Die Erfindung geht also von der Erkenntnis aus, daß mit Schallsensoren, Schallaufnehmern, Vibrationssensoren etc. Signalspektren aufgenommen werden können, die Informationen über die Fahrbahnbeschaffenheit oder über die Fahrsituation enthalten. Es wird die Erkenntnis ausgewertet, daß die Fahrbewegung auf unterschiedlichem Grund unterschiedliche, aber signifikante, nach Klassen reproduzierbare Geräuschspektren an Reifen und Achsteilen hervorrufen. Mit Hilfe bekannter elektronischer Auswerte- und Analysemethoden kann dann aus den Spektren auf die Fahrbahnbeschaffenheit oder Fahrsituation geschlossen werden. Für "grobe" Informationen genügt bereits ein relativ geringer elektronischer Aufwand; mit höherem Aufwand lassen sich auch verhältnismäßig genaue, differenzierte Informationen gewinnen. Das mit solchen Schallsensoren gewonnene Signal läßt sich bei Erkennung vom "Off-Road-Fahrbahnen" z. B. auch zum Eingriff in ein automatisches Getriebe einsetzen.

Nach einem vorteilhaften Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die mit den Schallsensoren gewonnenen Informationen mit den von den Radsensoren abgeleiteten Eingangsinformationen über das Drehverhalten der einzelnen Räder verglichen. Da die Radsensoren und die Schallsensoren die Informationen nach unterschiedlichen Kriterien ermitteln, ist auf diese Weise auch eine gegenseitige Überwachung auf ordnungsgemäße Funktion oder eine "Absicherung" der Meßwerte zu erreichen.

Vorteilhafte Ausführungsbeispiele und Schaltungsanordnungen zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Weitere Merkmale, Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung von Details anhand der beigefügten Abbildung hervor. Diese Abbildung zeigt in schematisch vereinfachter Darstellungsweise die wichtigsten Komponenten einer Schaltungsanordnung nach der Erfindung.

Dargestellt ist ein Kraftfahrzeug-Regelungssystem, das zur Blockierschutzregelung (ABS) und Antriebsschlupfregelung (ASR) dient. Eine Erweiterung zu einem Fahrstabilitätsregelungssystem (ASMS) wäre grundsätzlich ebenfalls möglich, wobei die dargestellten Komponenten weiterhin benötigt, allerdings noch einige zusätzliche, nicht dargestellte Sensoren und Schaltkreise hinzugefügt werden müßten.

Wichtigste Quelle für Eingangsgrößen eines Kraftfahrzeug-Regelungssystems sind üblicherweise und auch im dargestellten Beispiel die Radsensoren S1 bis S4, mit denen das Drehverhalten der einzelnen Fahrzeugräder gemessen wird. In einer Aufbereitungsschaltung 1 werden aus den Ausgangssignalen der Radsensoren Signale oder Daten $v_1 - v_4$ gewonnen, die den Geschwindigkeitsverlauf der einzelnen Räder wiederge-

ben. Durch logische Verknüpfung der Geschwindigkeitssignale wird in einem Schaltkreis 2 in bekannter Weise eine Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit v_{REF} gebildet, die näherungsweise der Fahrzeuggeschwindigkeit entspricht. In einer Auswertungsschaltung 3 werden aus den Radgeschwindigkeitssignalen $v_1 - v_4$ weitere für die Regelung benötigten Größen, insbesondere die Verzögerungs- und Beschleunigungssignale $\dot{v}_1 - \dot{v}_4$, die Rucksignale $\ddot{v}_1 - \ddot{v}_4$ und die Radschlupfsignale $\lambda_1 - \lambda_4$ gewonnen bzw. errechnet. Auf Basis dieser radindividuellen Signale und der Fahrzeug-Referenzgeschwindigkeit v_{REF} werden in einer Reglerlogik 4 Steuersignale für Aktuatoren des Regelungssystems, beispielsweise für die elektromagnetisch steuerbaren Hydraulikventile einer hydraulischen Bremsanlage, erzeugt. Ein Ventilblock 5 symbolisiert die Aktuatoren bzw. Ventile einer solchen Bremsanlage.

Die Reglerlogik 4 enthält bei modernen Regelungssystemen der hier beschriebenen Art einen oder mehrere Mikrocomputer oder Mikrocontroller, die durch Datenverarbeitung aus den zugeführten Eingangsinformationen die Steuersignale für die Aktuatoren 5 auf Basis umfangreicher Programme und komplizierter Algorithmen erzeugen. Die Reglerlogik enthält im dargestellten Beispiel in Form von Schaltkreisen oder Programmblöcken eine Reibwerterkennung (RW-ERK.), eine Kurvenerkennung (KV-ERK.), eine Regelphasen-Erkennung (PH-ERK.), eine Ventilsteuerung (V-ANST.) für die ABS- und ASR-Ventile und eine Energieversorgungs-Steuerung (ENERG.). Die zu dem Ventilblock 5 und zurück führenden Pfeile deuten Mehrfachleitungen oder BUS-Systeme an, über die die Ventile gesteuert werden und über die Rückmeldungen erfolgen.

Erfindungswesentlich ist die Ergänzung einer solchen Schaltungsanordnung durch Schwingungssensoren SS1, SS2, die über Signal-Auswertungsschaltungen 6 mit der dargestellten Schaltungsanordnung verbunden sind. Diese Schaltungen 6 enthalten die zur Aufbereitung der Schallsensorsignale, Auswertung und logische Verknüpfung mit anderen Informationen benötigten Schaltkreise oder eine entsprechende Programmstruktur, wenn es sich um ein Schaltungssystem auf Basis programmgesteuerter Schaltkreise handelt.

Als Schwingungssensoren SS1, SS2, die die erfindungsgemäß ermittelten und analysierten Schwingungsspektren aufnehmen, sind beispielsweise Körperschallmikrofone geeignet, die an der Fahrzeugachse oder an dem Fahrzeug-Chassis an Stellen angebracht sind, denen die für die Fahrbahnbeschaffenheit typischen Signale auftreten. Im allgemeinen dürfte es sinnvoll sein, die günstigsten Anbringungsorte empirisch zu ermitteln. Je nach Anforderung ist es zweckmäßig, einen oder mehrere Mikrofone zu verwenden.

Eine weitere Möglichkeit zur Erlangung der gewünschten Zusatzinformationen ohne zusätzlichen Herstellungsaufwand besteht darin, ohnehin vorhandene Beschleunigungssensoren gleichzeitig auch zur Messung von Schall-schwingungen mitzuverwenden. Es gibt zahlreiche, nach unterschiedlichen Prinzipien aufgebaute Schallaufnehmer, Körperschallaufnehmer, Vibrationsaufnehmer, Mikrofone, Beschleunigungsaufnehmer und dergleichen, die zur Aufnahme der erfindungsgemäß ausgewerteten Schwingungsspektren geeignet sind.

In der Auswertungsschaltung 6 findet nach einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ein Vergleich der mit den Schwingungssensoren SS1, SS2 gewonnen und ausgewerteten Informationen mit den in der herkömm-

lichen Weise aus den Radsensoren S1 - S4 abgeleiteten Daten statt. Durch einen solchen Vergleich lassen sich Zusatzinformationen zur Verbesserung der Regelung, beispielsweise einer Blockierschutzregelung oder Antriebs-schlupfregelung, gewinnen. Hierzu wird das Vergleichsergebnis über eine Signalleitung 7 der Reglerlogik 4 gemeldet.

Andererseits oder zusätzlich können jedoch die aus den Schwingungsspektren gewonnenen Informationen auch zur Überwachung der ordnungsgemäßen Funktion der Signalverarbeitungswege, die von den Radsensoren S1 - S4 zu der Auswertungsschaltung 3 führen, verwendet werden. Auf diese Weise können die mit den verschiedenen Sensortypen S1 - S4 bzw. SS1 und SS2 gewonnenen Daten "abgesichert" werden; es wird überprüft, ob die verschiedenen Informationen "plausibel" sind oder ob sie sich widersprechen.

In der Reglerlogik 4 werden nun die Erkenntnisse, die in der Auswertungsschaltung 6 gewonnen und über die Leitung 7 gemeldet wurden, in die Regelphilosophie bzw. in den Regelungsablauf einbezogen. Beispielsweise wird in Abhängigkeit von der Fahrbahnbeschaffenheit ein Regelungs-Modus oder Regelungs-Schema ausgewählt und in Funktion gesetzt, das dem jeweiligen Fahr- untergrund am besten gerecht wird. Bei einer Fahrt im Gelände oder auf Neuschnee kann, wie bereits eingangs erwähnt, eine bewußte, zeitlich begrenzte Blockierung eines oder mehrerer Räder in Kauf genommen werden, um einen möglichst kurzen Bremsweg zu erzielen. In anderen Situationen, z. B. auf der Autobahn, muß dagegen das Blockieren eines Rades mit hoher Zuverlässigkeit verhindert werden. Der Regelungsverlauf kann, wie leicht einzusehen ist, auf sehr unterschiedliche Weise an den jeweiligen Untergrund, bzw. an die Fahrbahnbeschaffenheit oder die Fahr-situation angepaßt werden, wobei zweckmäßigerweise zusätzlich noch die Fahrzeuggeschwindigkeit einbezogen wird.

Die von den zusätzlichen Schwingungssensoren (SS1, SS2) gelieferten Informationen können erfindungsgemäß nicht nur mit den von den Radsensoren gelieferten Informationen, sondern zusätzlich auch mit weiteren Sensorinformationen kombiniert werden. Beispielsweise enthalten manche Kraftfahrzeug-Regelungssysteme Quer- und Längsbeschleunigungssensoren, Lenkwinkelgeber, Giergeschwindigkeitssensoren, Neigungssensoren usw., deren Aussagen über die momentane Situation durch Kenntnis der Fahrbahnbeschaffenheit, nämlich der aus den Schwingungsspektren gewonnenen Informationen, erheblich erweitert und abgesichert werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verbesserung des Regelverhaltens eines Kraftfahrzeug-Regelungssystems, insbesondere eines Antiblockier-Systems, einer Antriebs-schlupfregelung, einer Fahrstabilitätsregelung, einer Fahrwerksregelung oder dergleichen, bei dem das Drehverhalten der Fahrzeugräder gemessen und aus den Meßwerten Eingangsgrößen bzw. Eingangsinformationen für die Regelung gewonnen werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß bei der Fahrbewegung des Kraftfahrzeuges entstehende Geräusch- bzw. Schwingungsspektren mit Hilfe eines oder mehrerer Schwingungssensoren (SS1, SS2), wie Körperschallaufnehmer, Schallsensoren oder dergleichen, aufgenommen, analysiert und zur Gewinnung von Informationen über die Fahrbahn-

beschaffenheit und/oder über die Fahrsituation ausgewertet werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den Schwingungssensoren (SS1, SS2) gewonnenen Informationen mit den von Radsensoren (S1—S4) abgeleiteten Informationen oder Regelgrößen verglichen werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die mit den Schwingungssensoren (SS1, SS2) gewonnenen Informationen zur Überwachung und Absicherung der mit den Radsensoren (S1—S4) gewonnenen Eingangsinformationen des Regelsystems verwendet werden.

4. Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, mit Radsensoren zur Ermittlung des Drehverhaltens der einzelnen Räder als Eingangsgrößen für die Regelung und mit Schaltungen zur Auswertung der Radsensorsignale und zur Erzeugung von Steuersignalen für Aktuatoren des Regelungssystems, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich zu den Radsensoren (S1—S4) des Regelungssystems Schwingungssensoren (SS1, SS2), die von der jeweiligen Fahrbahnbeschaffenheit und/oder Fahrsituation abhängige, typische Schwingungsspektren erfassen, und zusätzliche Auswertungsschaltungen (6) vorhanden sind, die eine Anpassung der Regelung an die momentane Fahrbahnbeschaffenheit bzw. Fahrsituation herbeiführen.

5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungssensoren (SS1, SS2) in Form von Körperschallmikrofonen ausgebildet sind, die an dem Chassis des Kraftfahrzeugs verteilt angeordnet sind.

6. Schaltungsanordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die zusätzlichen Auswerteschaltungen (6) die mit den Radsensoren (S1—S4) und die mit den Schwingungssensoren (SS1, SS2) gewonnenen Informationen logisch verknüpfen und zur Anpassung der Regelung an die momentane Fahrbahnbeschaffenheit oder Fahrsituation auswerten.

7. Schaltungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswertungsschaltungen (6) Schaltkreise zur Überwachung des Regelungssystems durch logische Verknüpfung der mit den Radsensoren (S1—S4) und der mit den Schwingungssensoren (SS1, SS2) gewonnenen Informationen aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

